

# スマートメータネットワークを支える技術

## Technology behind Smart Meter Network

● 北川 勇      ● 関口慎一

---

### あらまし

2011年の東日本大震災以降に直面した電力危機を契機に、「電力供給不足に起因した計画停電の回避」「消費電力の見える化」「節電、省電力化」といった電力消費量に対する管理・制御がクローズアップされ、その解決策の一つとして、「スマートグリッド」の実現が効果的であるとの見方が強くなった。そして、スマートグリッドの需要家側エンドポイントを構成するためのスマートメータの早期導入が望まれ始め、スマートメータと最寄りの電力ネットワークをつなぐスマートメータネットワークは、今後の重要な社会インフラとして位置付けられている。

本稿では、スマートグリッドを実現するためのラストワンマイルであるスマートメータネットワークに着目し、電力使用量などの情報収集やスマートメータに対する電力会社などからの遠隔制御、ならびに消費電力の見える化などスマートメータネットワークに求められる要件に対応する技術について述べる。

### Abstract

In recent years in Japan, the use of renewable energy and the introduction of a new electric power supply system have been discussed to cope with global warming and an exhaustion of energy resources. The electricity shortage after the Great East Japan Earthquake in 2011 has focused attention on how to manage energy at peak times of demand, such as by visualizing power consumption in real time. A smart grid is expected to be the solution. And early introduction of smart meters that will form the end point of the smart grid for consumers has come to be desired. A smart grid is a new electric power network and is considered to be an important piece of future social infrastructure. In this paper, we focus on the last one-mile network of the smart grid and describe how technology is developing to realize a suitable network that can be used to collect meter data, switch power supplies on and off, and visualize power consumption.

---

まえがき

近年、地球温暖化、エネルギー資源の枯渇問題といった地球環境とエネルギー環境への対応として、再生可能エネルギーの導入と、それに伴う電力供給システム構築の議論が行われてきた。更に2011年の東日本大震災以降に直面した電力危機を契機に、「電力供給不足に起因した計画停電の回避」「消費電力の見える化」「節電、省電力化」といった電力消費量に対する管理・制御がクローズアップされ、その解決策の一つとして、「スマートグリッド」の実現が効果的であるとの見方が強くなった。そして、スマートグリッドの需要家側エンドポイントを構成するためのスマートメータの早期導入が望まれ始めた。このスマートメータをつなげるスマートメータネットワークはスマートグリッドを実現するネットワークとして今後の重要な社会インフラと位置付けられるが、安定かつ高信頼性であるとともに、低コストで導入・運用を可能とするネットワークであることが必要である。

本稿では、スマートグリッドにおいて需要家と最寄りの電力ネットワークをつなぐラストワンマイルであるスマートメータネットワークの概要、および要件に対応する技術解説を踏まえた効率的

なスマートメータネットワークの仕組みについて述べる。

日本におけるスマートグリッド

スマートグリッドとは、ICTを活用し、電力システムの機能を引き上げ、電力供給者と需要家をつなぎ、電力の使用量、料金、電気の種類などの情報を収集、交換し、電力の需要を最適化する文字どおり「賢い電力網」である。

日本におけるスマートグリッドは、再生可能エネルギーの普及に向けた視点を中心に検討が行われ、2010年6月に策定されたエネルギー基本計画<sup>(1)</sup>の中で、「2020年代の可能な限り早い時期に、原則全ての電源や需要家と双方向通信が可能な世界最先端の次世代型送配電ネットワークの構築を目指す」となっており、10年程度の期間で構築される計画となっていた。

電力会社などの発電所で作られた電力は、送電ネットワーク、配電ネットワークを経由して需要家先に届けられているが、次世代の電力ネットワークであるスマートグリッドは、送配電ネットワークと需要家を結び、電力の供給に加え、双方向の情報交換を行う(図-1)。このスマートグリッドを広く普及させる上で重要な役割を持つネットワー

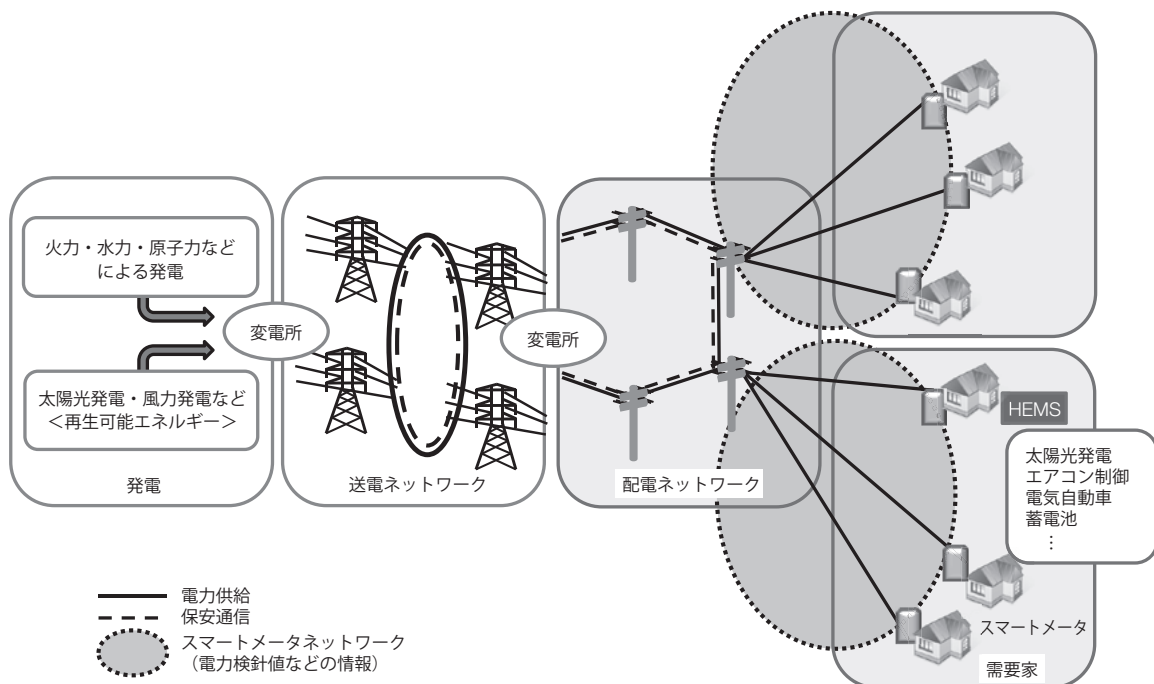


図-1 スマートグリッドの構成概要

クが、スマートメータネットワークである。

スマートメータネットワークは、通信機能を有した電力メータであるスマートメータにより構成されるが、2011年度以降、電力供給の不安定に伴い、「消費電力の見える化」「節電、省電力化」といった電力需要のピーク時制御に関する対応を優先的に行う必要がでてきたことにより、今後5年間で、総需要の8割をカバーすることを目標に整備する計画<sup>(2)</sup>となっている。

### スマートメータネットワークとは

スマートメータネットワークを構成するスマートメータは、従来の機械式メータで行っていた電力使用量の累積値表示機能に加え、エネルギーマネジメントを実現する上で必要な情報を提供する重要な装置であり、求められる機能として、大きく二つある。一つは、双方向通信機能を使い、電力会社などへ需要家の電力使用量などの情報を送信する機能であり、もう一つは、消費電力の見える化など、エネルギーマネジメントを行う需要家内のHEMS (Home Energy Management System) 対応装置との情報のやり取りを行う機能である (図-2)。

前者の情報の流れは、Aルートと呼ばれ、各需要家先のスマートメータと電力会社などの間で通信を行い、電力使用量、逆潮流値 (太陽光発電などの自家発電による余剰電力を電力ネットワーク側へ送り出した電力値) やそれらの情報を基に電

力会社などで付加、加工された情報が交換される。日本国内には、取付け数ベースで約7800万<sup>(3)</sup>の電力メータがあり、電力会社などの単位でネットワークを形成したと考えると非常に大きなネットワークとなる。

後者の情報の流れは、Bルートと呼ばれ、スマートメータと需要家内のHEMS対応装置間で電力使用量と逆潮流値の情報交換が直接行われる。この情報を基にHEMS側では、消費電力の見える化をはじめ、電気料金ベースの需要シフトを促す時間帯別料金 (TOU: Time-of-Use Rate)、ピーク時料金 (Critical Peak Pricing)、リアルタイム料金 (Peak Time Rebate) など、省電力化に向けたデマンドレスポンスサービスが提供されていくことになる。

現在、各ルートの標準化検討が行われており、標準的なインタフェースを持った電力ネットワークの普及により、電力需要のピーク時制御実現への期待が寄せられている。

### スマートメータネットワークに必要な要件

需要家先のスマートメータと電力ネットワークのラストワンマイルをつなぐスマートメータネットワークに求められる要件の主なものとして、大規模なネットワーク構築、安定したネットワーク運用、およびセキュアなネットワークが挙げられる。

#### ● 大規模なスマートメータネットワーク構築

非常に多くの需要家先にあるスマートメータを

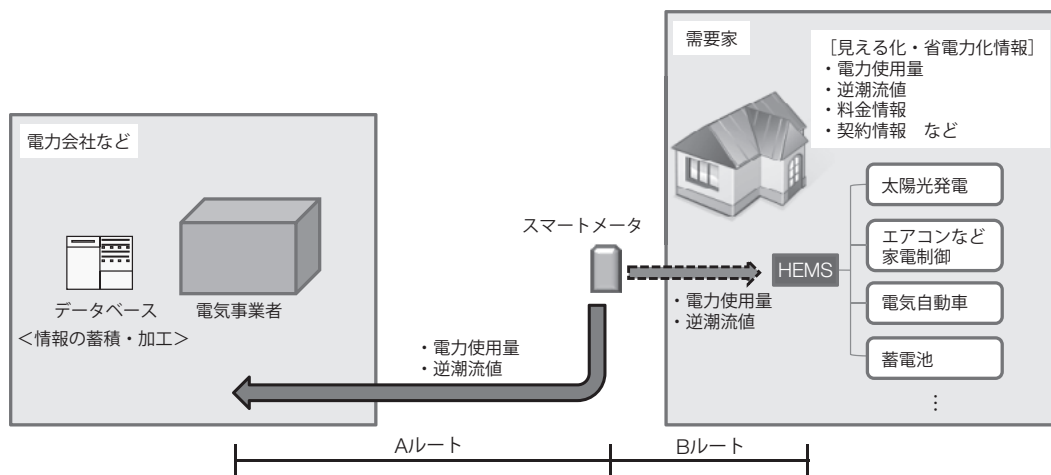


図-2 スマートメータによる通信の流れ

効率良く、迅速に電力ネットワークに収容できるかが、サービスの利便性、ならびにネットワーク構築コストの観点からポイントとなる。

スマートメータは、都市部、郊外、高層住宅、地下街といったように設置される環境条件も様々であり、現行の計量法に基づく電力量計の有効期間（電力メータの種類に応じて5～10年）に応じた設置を考えると、段階的に電力ネットワークへのスマートメータの収容数が増えていくこととなる。

また、BルートによるHEMS対応装置との通信を考えた場合、HEMS対応装置は、屋内に設置されることが一般的であり、屋外に設置されることが多いスマートメータとの通信手段の確保も必要である。

#### ● スマートメータネットワークの安定運用

重要な社会インフラと考えられるスマートメータネットワークの運用において、第一に求められるのは安定したネットワークであり、ネットワーク内の一部の装置が故障してネットワーク全体に影響を波及することは許されず、影響範囲を最小単位で抑える振舞いが求められる。

日常的に行われるスマートメータの増設、撤去に対しても容易に追随し、運用管理業務の負荷を軽減することが必要である。

また、スマートメータネットワークの保守性、電力需要のピーク時におけるサービス拡充に対する追従性確保を考えると、スマートメータネットワーク内装置のプログラム更新を遠隔操作で実施できることも考慮することが必要となってくる。

#### ● セキュアなネットワーク

スマートメータは、電力使用量など、需要家のプライバシーに関する情報を取り扱い、スマートメータネットワーク上にその情報が流れ、また電力会社などの社内ネットワークに接続されるため、通信傍受、情報の改ざん、不正アクセスなどの脅威に強いセキュアなネットワークの確立が必要である。

### スマートメータネットワーク技術

スマートメータネットワークにおいて使用される主な通信方式は、伝送メディアとして無線を使い、マルチホップ通信によってデータをバケツリ

レー式に目的の装置まで伝達する「RF（Radio Frequency）メッシュネットワーク」、電力線を通信回線として使用する「PLC（Power Line Communication）」、および第三世代携帯電話システムなどの携帯キャリアネットワークを使用した「1：Nネットワーク」がある。

PLCや1：Nネットワークでは、電力線や公共無線キャリアの携帯電話用ネットワークといった既存リソースを活用するため、RFメッシュネットワークと比べ、導入時のシステム構築（コンセントレータより上位の光伝送網などの基幹ネットワーク構築）において、初期コストを抑えることができる。しかし、通信方式の適用に当たり以下のような運用後の対応も考慮が必要である。

- ・スマートメータの設置密度や設置環境条件の変化などで発生する新たな運用コストの対応
- ・スマートメータやHEMS対応装置へのリアルタイムなアクセス制御の必要性
- ・デマンドレスポンス関連などの新サービスを追加する際に必要となるトラフィック量への対応

富士通は上述の通信方式のうち、2012年7月25日より使用開始された920 MHz帯の特定小電力無線、およびISMバンド（Industry Science Medical band）を使用した無線LANを伝送メディアとしたRFメッシュ技術によるネットワーク構築が有効であると判断した。以下、採用したRFメッシュネットワークにおけるマルチホップ通信の特徴、および伝送メディアについて紹介する。

#### ● マルチホップ通信

RFメッシュネットワークは、個々のノードがそのほかのノードと通信を行い、ネットワークを構成することが特徴であり、スマートメータネットワークではスマートメータ同士が互いに通信を行い、ネットワークを構成することになる。スマートメータに通信ノードとしての機能を付加する際に、自ら通信相手を選定したり、確実に通信を行える経路を形成するインテリジェンスを持たせたりすることで、自立的かつ分散的にネットワークを構成してマルチホップ通信を行うことができ、効率良く電力使用量などの情報を目的の装置までバケツリレー式に伝達する通信技術は極めて有効である。富士通では、マルチホップ通信における制御用通信トラフィック量の最適化を図り、コ

ンセントレータ1台あたり1000台規模のスマートメータを収容することが可能である。この通信技術によって、障害物や妨害電波などによる干渉、またはネットワーク内の一部のスマートメータが故障した場合などに起因する通信経路上での通信障害が発生した状況下においても上位からの指示・操作なく、各スマートメータが自立的に別通信経路を探索・確立し、無線通信に影響がある部分を迂回する形で目的の装置まで情報を送信することが可能となる(図-3)。また、無線によるメッシュネットワークの利点として、コンセントレータから直接無線が届かないスマートメータに対しても、ほかのスマートメータを経由して通信経路を構築し、マルチホップすることにより通信を実現できるため、特定小電力無線を利用しても広い通信範囲をカバーすることができる。

マルチホップ通信によるスマートメータネットワークを構築するに当たっては、無線によるスマートメータ相互の通信が必要となるため、都市部など、スマートメータの設置密度が高いほど、多くのスマートメータを通信候補として持つことができ、冗長性を有するネットワークを構築することができる。その反面、無線帯域は有限であるため、

同一エリア内でのメータ数にはおのずと上限があるため、無線帯域の有効利用とスマートメータの設置密度を把握することにより、高密度設置環境にも対応が可能である。また、郊外、山間部など、スマートメータの設置密度が低くなる場所に対し、無線を中継するための装置を富士通は安価に提供することができ、この中継装置を設置することで投資を抑えたネットワークを構築することも可能である。

● 伝送メディア

無線LANは、2.4 GHz帯を使用した通信であり、通信レートは、1 Mbps以上で使用可能となっており、920 MHz帯の特定小電力無線に比べ、通信レートが高く設定可能であり、伝送情報が多い通信には優位である。

一方、920 MHz帯の特定小電力無線は、2011年12月に施行された900 MHz帯の周波数再編による電波法改正でスマートメータなどの導入も想定し、従来の周波数割当てより5 MHz幅の帯域を拡張される形で915 MHz～928 MHzの周波数が割り当てられており、特定小電力無線としての送信出力も10 mWから20 mWに拡大された。このことにより、今後この使用周波数が主流になると考えられる。

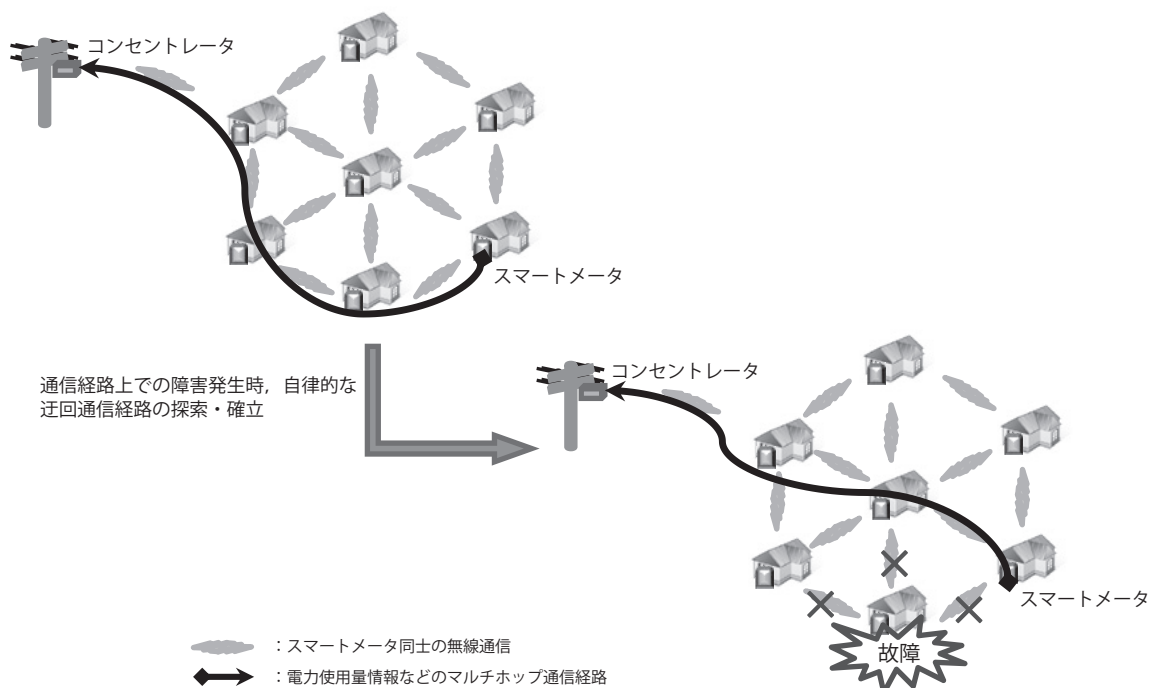


図-3 マルチホップ通信によるスマートメータネットワーク

周波数帯が無線LANに比べ低いことにより電波特性から建物などの遮蔽物に対する回り込みが期待できる。また、電波の到達性が高いことにより特定小電力無線を利用することによる低消費電力化を進めることも可能である。更に、通信レートは、使用する無線チャンネル数に応じて、100 kbps, 200 kbps, 400 kbpsが使用でき、省電力化に向けたデマンドレスポンスサービスなどのトラフィック量を基に、システム諸元を選択することが可能である。

加えて、920 MHz帯の特定小電力無線は、普及が進んだISMバンドを利用した無線LANと比べ他装置などからの電波干渉が少ないことも有利な点であると考えられる。

今後、スマートメータネットワークに関する通信方式や装置間インタフェースについて、標準化の動きは更に活発化すると考えられ、安定、高信頼性、かつ低コストのスマートメータネットワーク実現に向けた展開が期待できる。

## む す び

本稿では、スマートグリッドにおいて需要家と最寄りの電力ネットワークをつなぐラストワンマ

イルに着目し、今後の重要な社会インフラと位置付けられるスマートメータネットワークに求められる要件に対する技術について述べた。

これらを踏まえ、富士通においても920 MHz帯特定小電力無線、ならびに無線LANを使ったスマートメータネットワークの基盤技術開発を進めていくとともに、スマートメータネットワークで収集された情報を利活用する機能であるデータ収集・管理、ネットワーク監視などマネジメント・ソリューションとの連携を推進していく。

## 参考文献

- (1) 経済産業省：新たなエネルギー基本計画の策定について。  
<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004657/energy.html>
- (2) 国家戦略室：エネルギー需給安定行動計画 ～エネルギー構造改革の実現に向けた需給安定策の具体化～。  
[http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120423/sanko\\_shiryo2.pdf](http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120423/sanko_shiryo2.pdf)
- (3) 経済産業省：世界のメーター市場の動向。  
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100831a07j.pdf>

## 著者紹介



**北川 勇** (きたがわ いさむ)

ネットワークサービス事業本部プロダクト企画統括部 所属  
現在、スマートメータネットワークプロダクトの企画立案に従事。



**関口慎一** (せきぐち しんいち)

ネットワークサービス事業本部プロダクト企画統括部 所属  
現在、スマートメータネットワークプロダクトの企画立案に従事。